



HAL
open science

Guide d'ondes analysé par PIXE en mode Kossel

Philippe Jonnard, Jiaping Zhang, Karine Le Guen, Renaud Delaunay, Ian Vickridge, Emrick Briand, Didier Schmaus

► **To cite this version:**

Philippe Jonnard, Jiaping Zhang, Karine Le Guen, Renaud Delaunay, Ian Vickridge, et al.. Guide d'ondes analysé par PIXE en mode Kossel. JSI 2020 Journées Surfaces & Interfaces, Jan 2020, Paris, France. . hal-03932801

HAL Id: hal-03932801

<https://hal.science/hal-03932801v1>

Submitted on 10 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

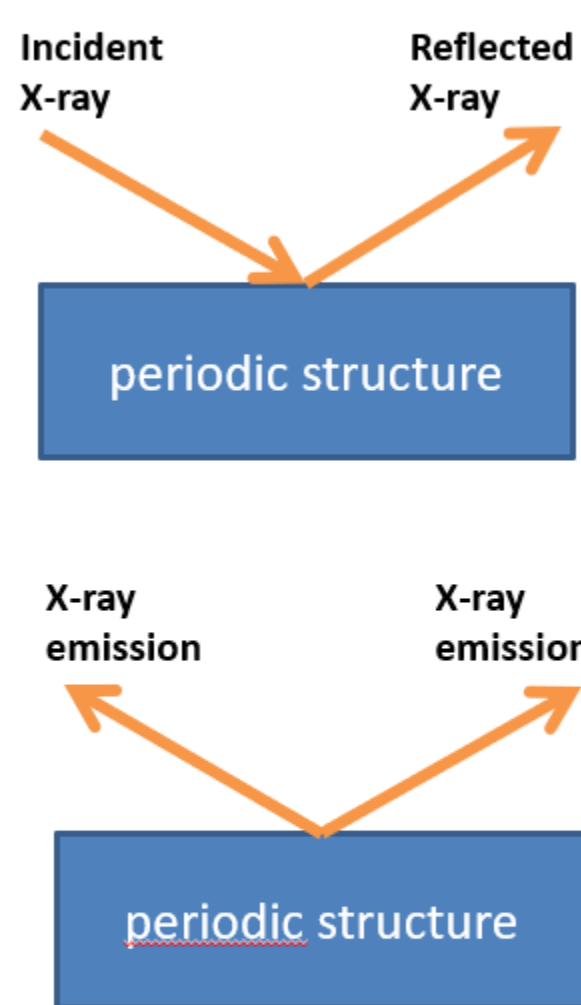
Guide d'ondes analysé par PIXE en mode Kossel

P. Jonnard¹, J.-P. Zhang^{1,2}, K. Le Guen¹, R. Delaunay¹, I. Vickridge³, E. Briand³ et D. Schmaus³

¹ Sorbonne Université, CNRS UMR 7614, Laboratoire de Chimie Physique - Matière et Rayonnement, 4 place Jussieu, F-75252 Paris cedex 05, France
² State Key Laboratory of Solidification Processing, Shaanxi Key Laboratory of Fiber Reinforced Light-Weight Composites, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China
³ Sorbonne Université, CNRS UMR 7588, Institut des NanoSciences de Paris, 4 place Jussieu, F-75252 Paris cedex 05, France

Diffraction de Kossel

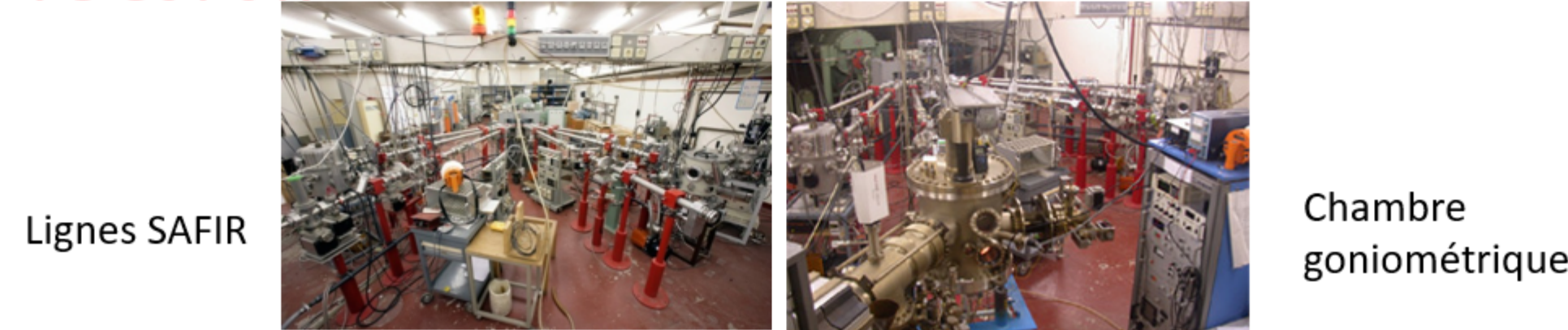
- Ondes stationnaires
- Interférences entre photons des faisceau incident et réfléchi
- ionisation par photons (XRF)
- **Diffraction de Kossel**
- Diffraction des faisceaux émis par la structure elle-même
- ionisation par photons (XRF), électrons (XES) ou ions (PIXE)



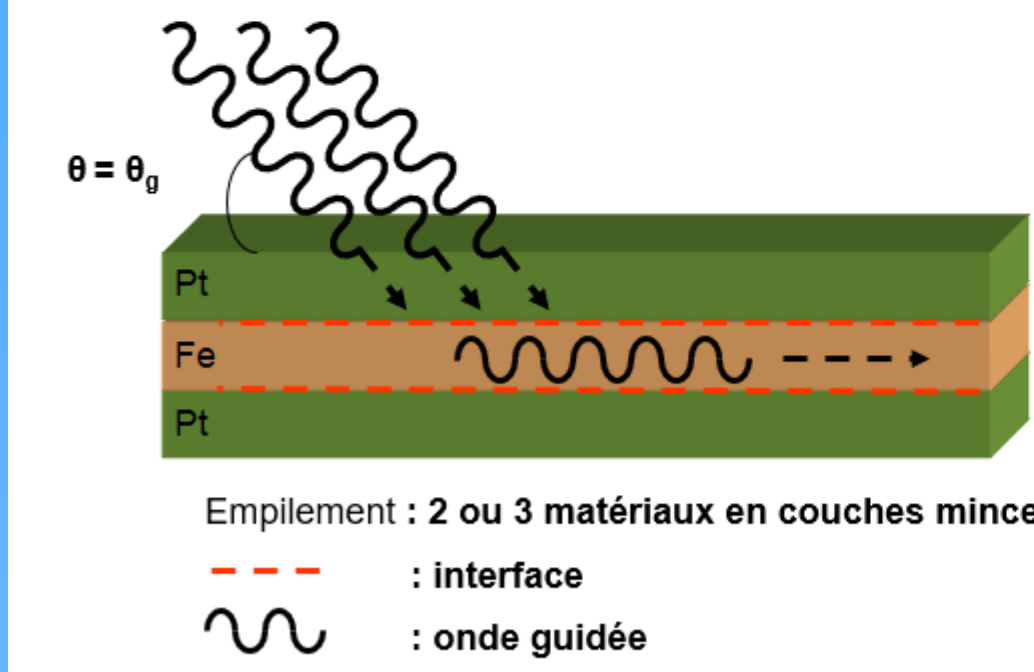
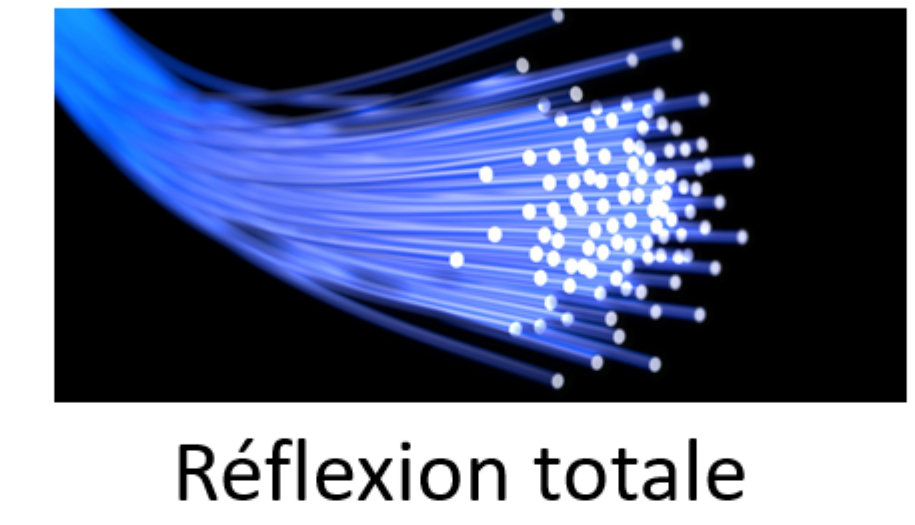
Etude des guides d'ondes en mode Kossel

Echantillon / expérience

- Pt (4 nm) / Fe (6 nm) / Pt (10 nm) / substrat Si
- Dépôt par pulvérisation magnétron
- Plateforme SAFIR (Système d'Analyse par Faisceaux d'Ions Rapides), accélérateur Van de Graaf
- Protons de 2 MeV, courant 100 - 150 nA, taille du faisceau ~ 2mm
- Ionisation uniforme en profondeur des couches Fe et Pt K



Guides d'onde

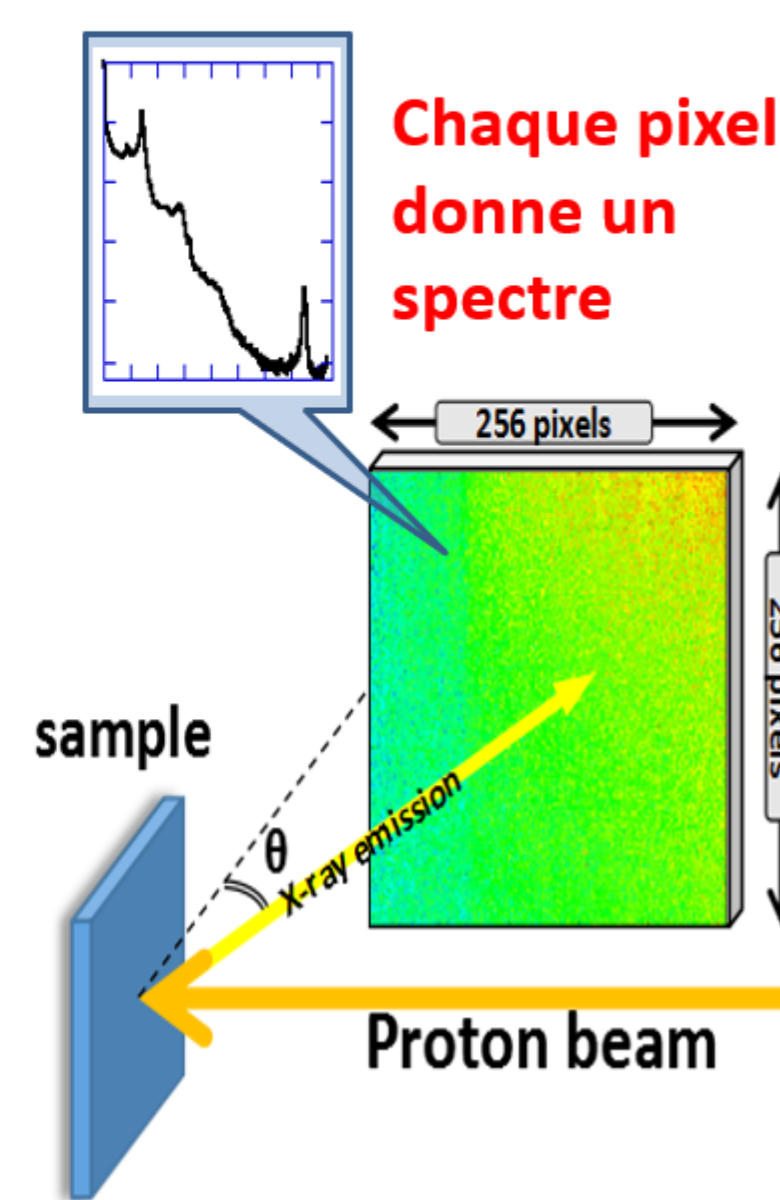


Guide d'onde planaire
Un matériau « léger » entre deux matériaux « lourds »

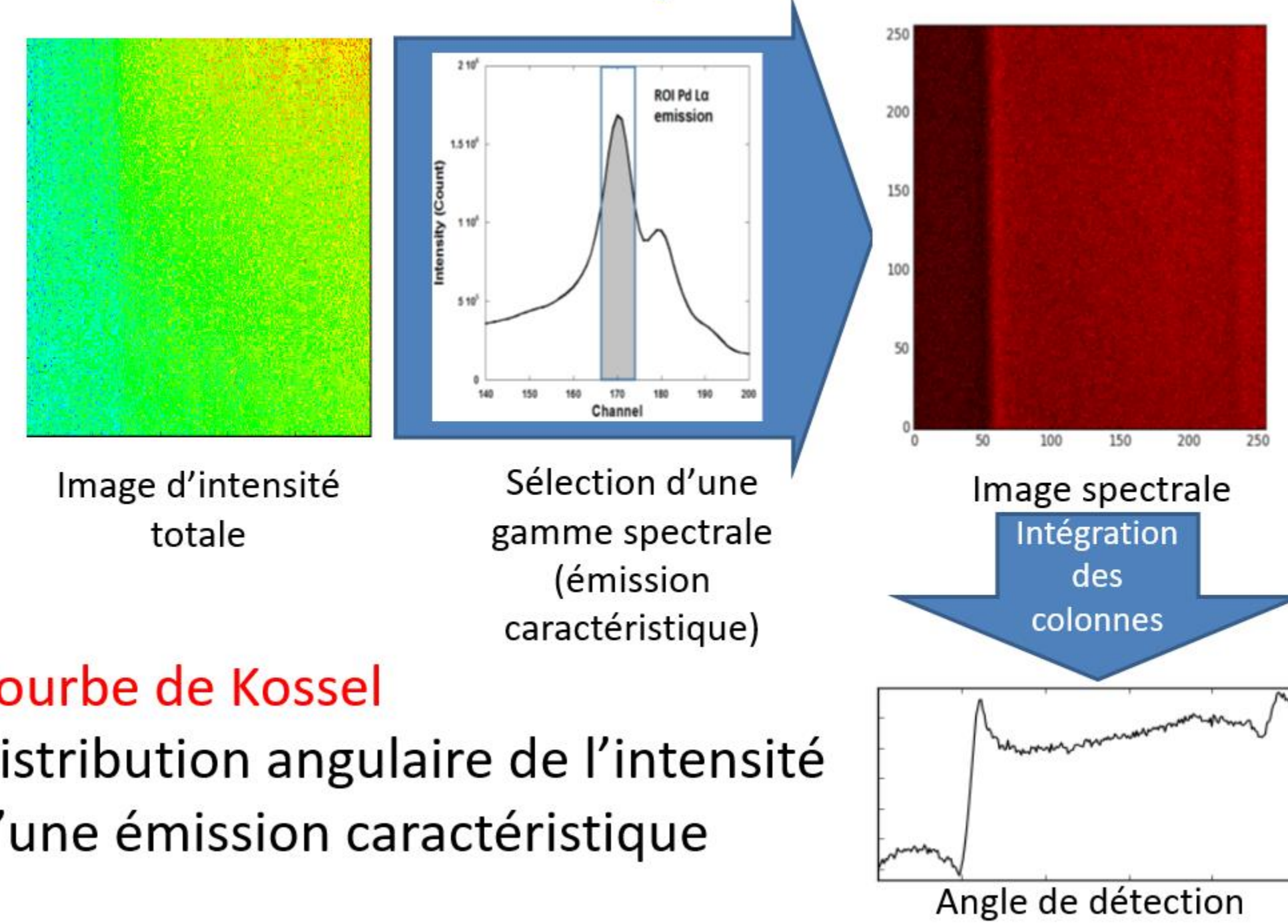
Procédure expérimentale

Caméra CCD à sélection en énergie
~150 eV resolution @ 5.4 keV

- 1024 x 1024 pixels de 13 x 13 μm
- Bining 256 x 256 pixels de 52 x 52 μm
- Pas de balayage angulaire
- Acquisition rapide 2h



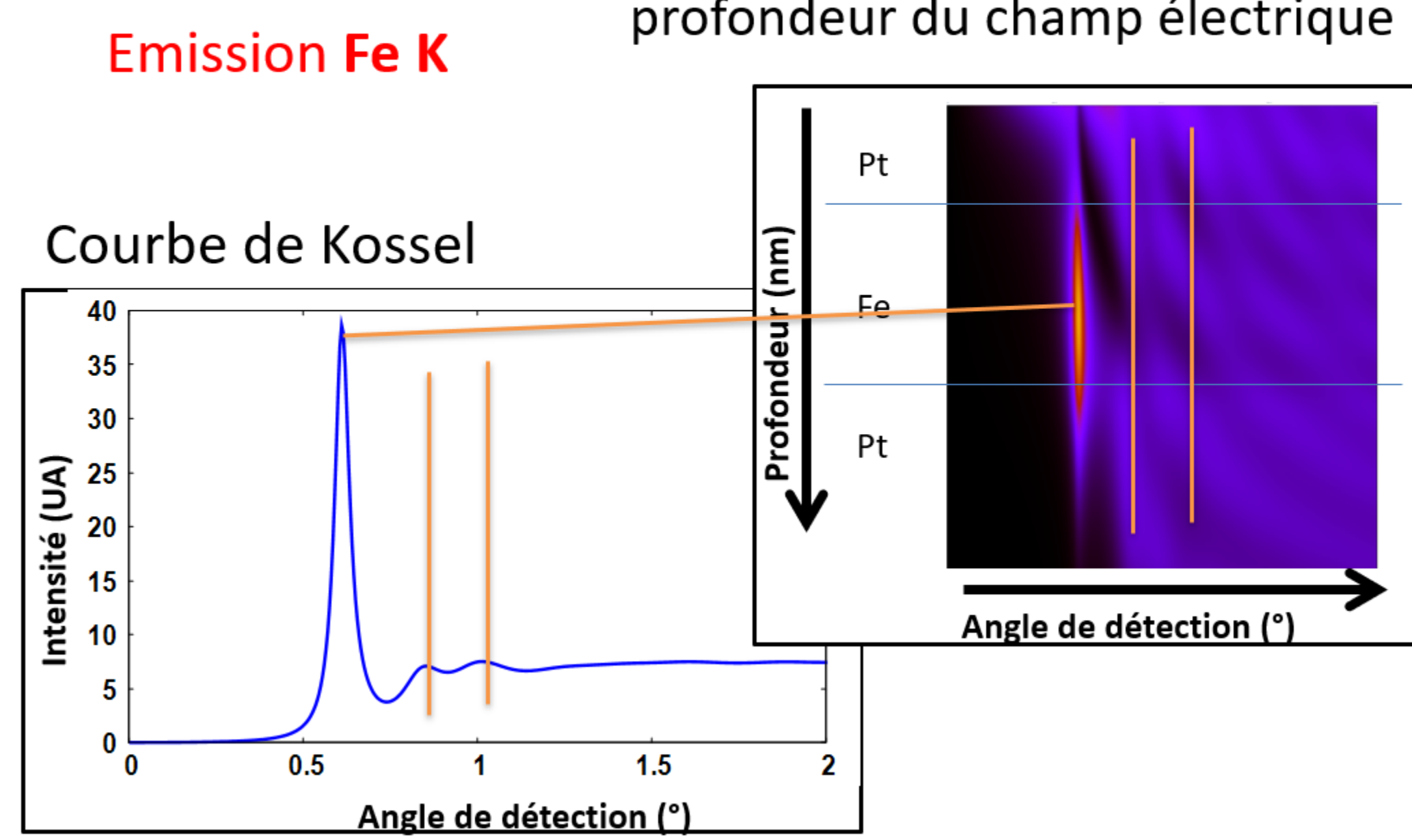
Procédure expérimentale



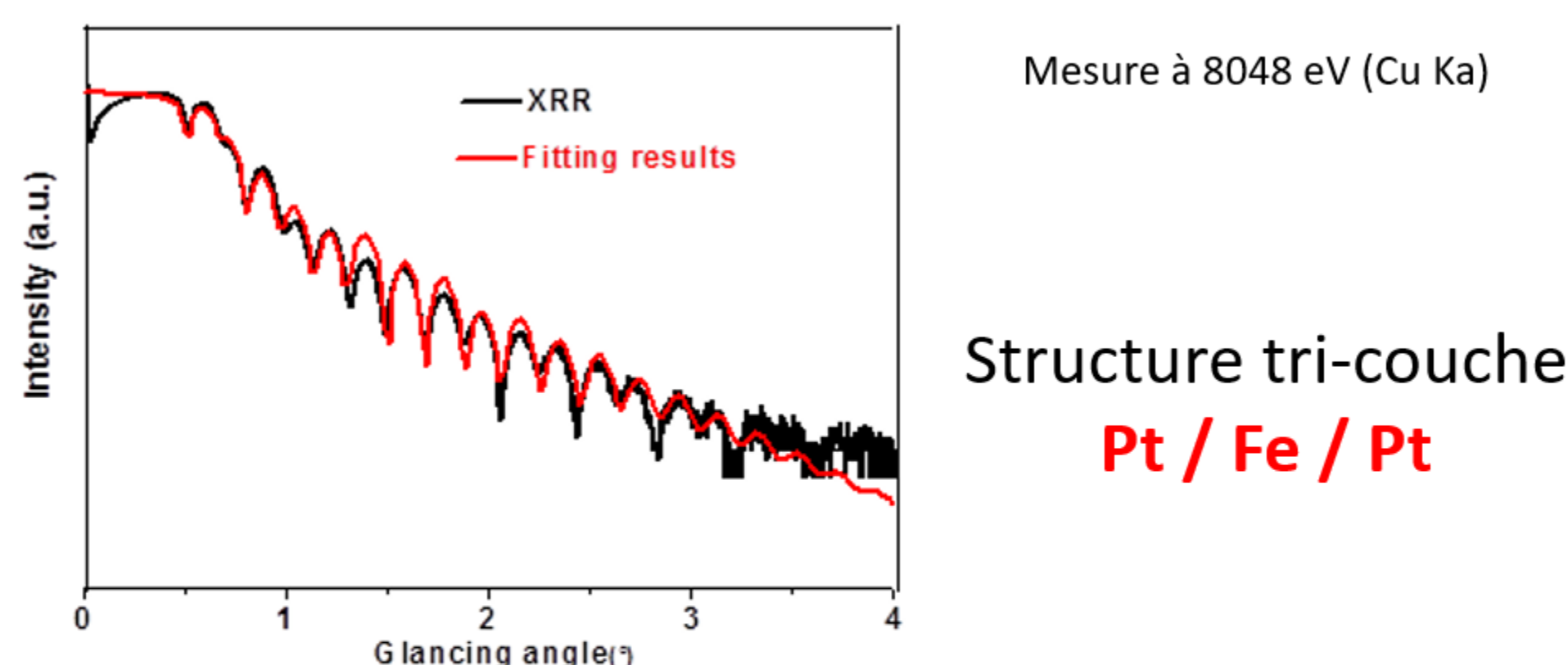
Courbe de Kossel
Distribution angulaire de l'intensité d'une émission caractéristique

Guides d'onde

Distribution angulaire et en profondeur du champ électrique

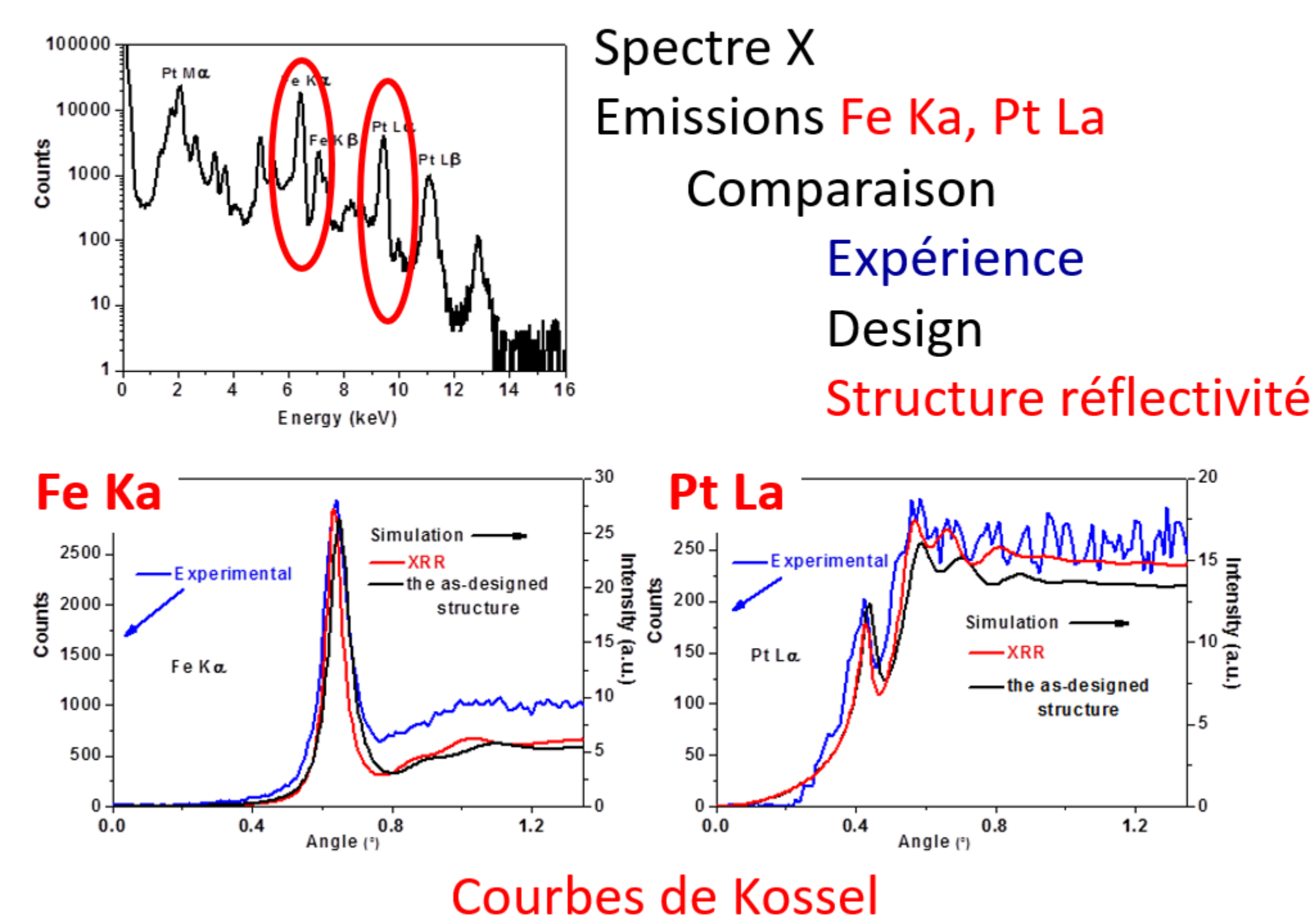


Mesure de réflectivité



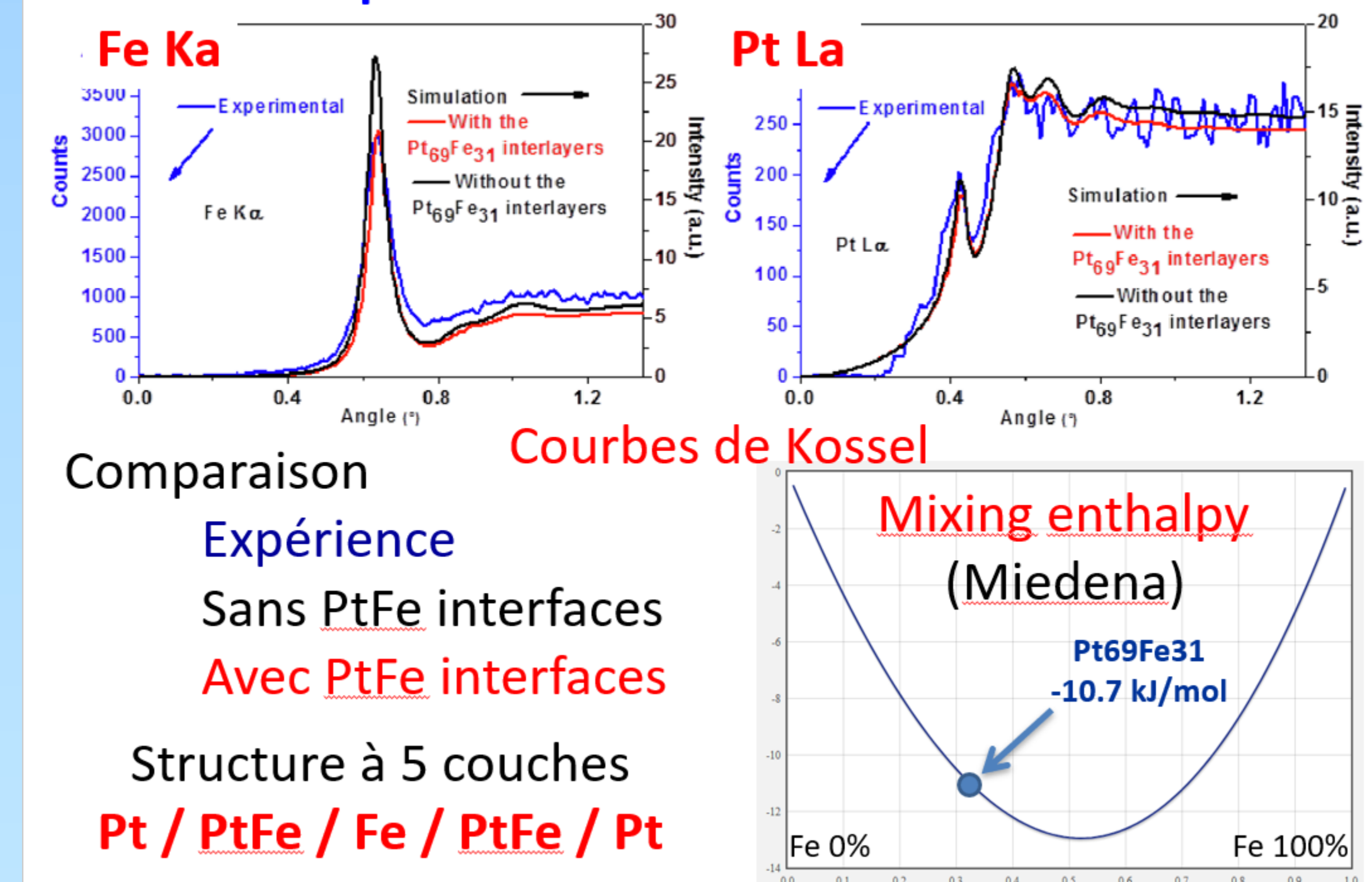
	Epaisseur / Rugosité (nm) (± 0.05 nm)	Densité
Pt	4.62 / 0.60	massif
Fe	6.65 / 0.80	massif
Pt	11.06 / 0.77	massif
Si substrat	- / 0.42	massif

PIXE en mode Kossel

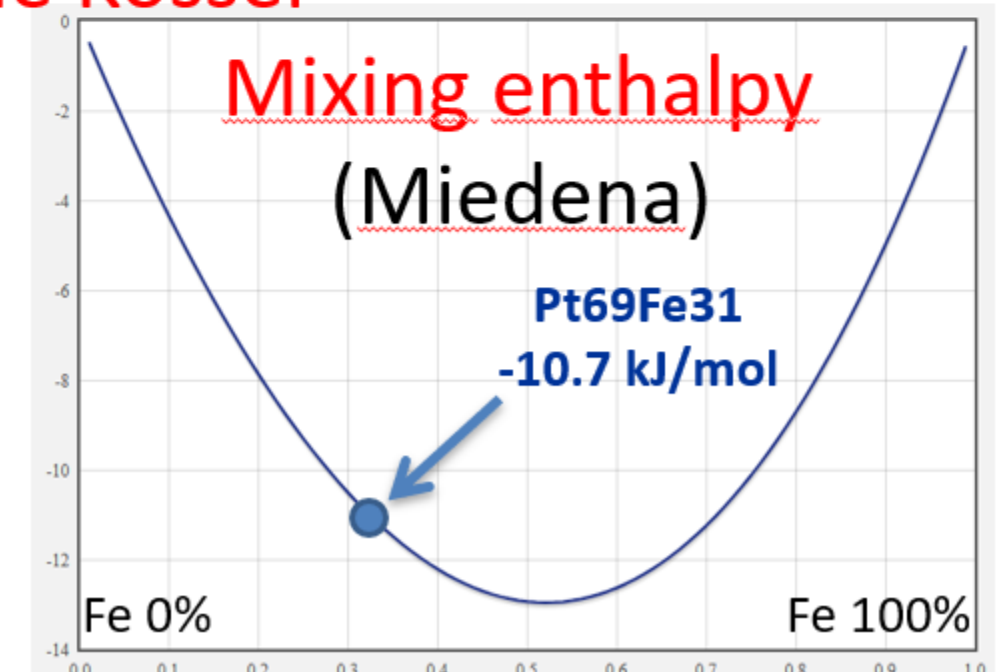


Courbes de Kossel

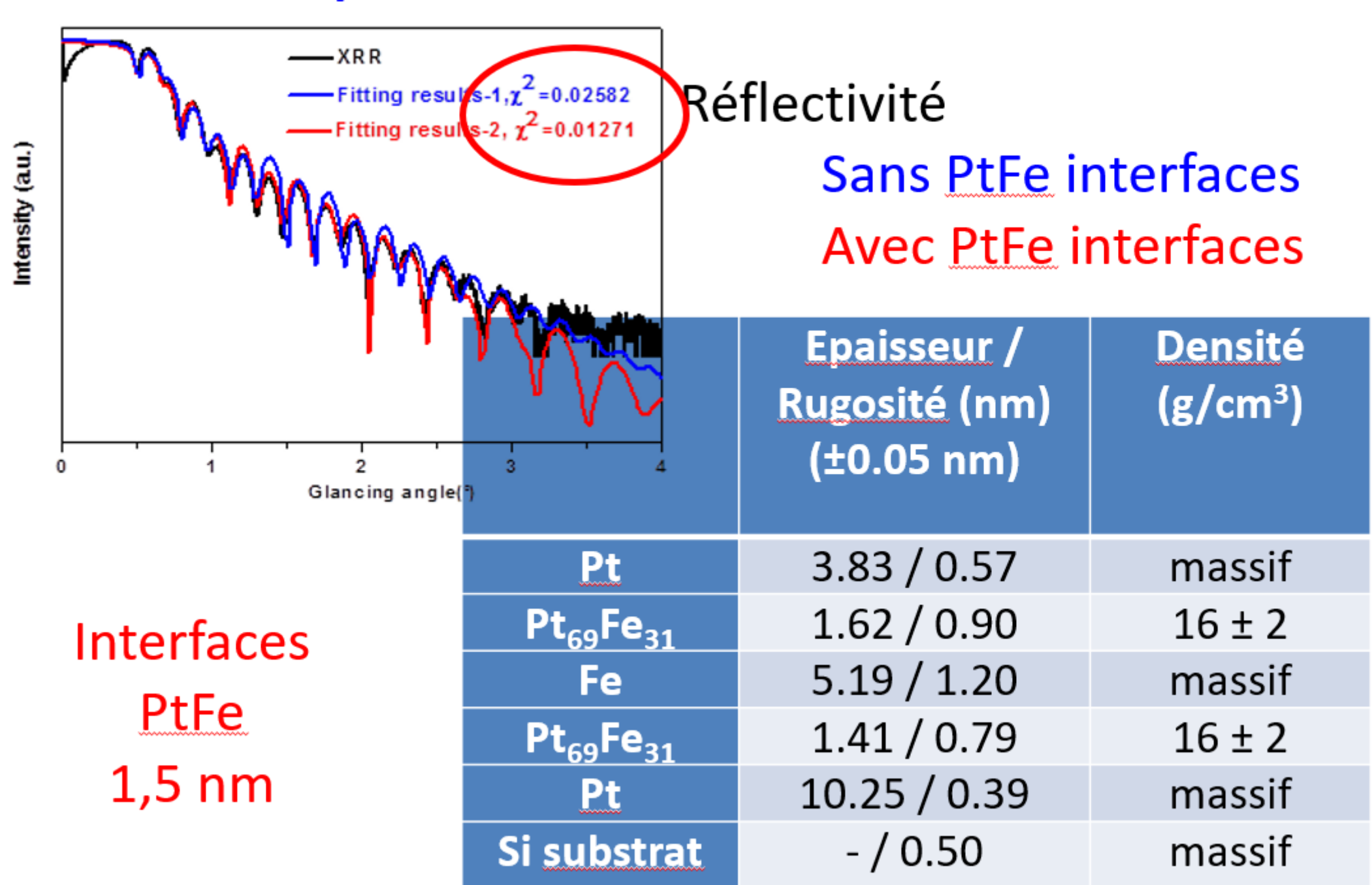
Expériences - simulations



Comparison Expérience Sans PtFe interfaces Avec PtFe interfaces Structure à 5 couches Pt / PtFe / Fe / PtFe / Pt



Expériences - simulations



	Epaisseur / Rugosité (nm) (± 0.05 nm)	Densité (g/cm ³)
Pt	3.83 / 0.57	massif
Pt ₆₉ Fe ₃₁	1.62 / 0.90	16 \pm 2
Fe	5.19 / 1.20	massif
Pt ₆₉ Fe ₃₁	1.41 / 0.79	16 \pm 2
Pt	10.25 / 0.39	massif
Si substrat	- / 0.50	massif

Interfaces PtFe 1,5 nm

Conclusion

- Etude de guides d'ondes par PIXE en mode Kossel
- Distribution en profondeur des éléments dans des empilements de couches minces
- **Réflectivité** : analyse structurale
- PIXE-Kossel : analyse élémentaire
- **Amélioration de la description de l'empilement**
- Perspectives : analyse chimique grâce à la haute résolution spectrale